

# МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИОННОГО АЗОТИРОВАНИЯ В ПЛАЗМЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОВЫШЕННОЙ ПЛОТНОСТИ

## MODELLING OF IONNITRIDING IN HIGH-DENSITY GLOW DISCHARGE PLASMA

Хусаинов Ю.Г., Рамазанов К.Н., Муртазин Д.А., Золотов И.В.

ФГБОУ ВО «УГАТУ», Россия, г. Уфа, ул. К. Маркса 12, 450008, [uldash990@mail.ru](mailto:uldash990@mail.ru)

Предложена компьютерная модель, позволяющая прогнозировать распределение температурного поля и глубину диффузионного слоя при ионном азотировании в плазме тлеющего разряда повышенной плотности для деталей любой конфигурации и размеров. Проведено зондовое исследование плазмы тлеющего разряда повышенной плотности и получены распределения плотностей заряженных частиц. Исследовано влияние плазмы повышенной плотности при ионном азотировании на распределение температурного поля детали зубчатое колесо. Изучено влияние плазмы повышенной плотности при ионном азотировании на глубину упрочненного слоя для образца из стали 38ХМЮА.

A computer model is proposed that predicts the distribution of the temperature field and on nitriding in a high-density glow discharge plasma for part so fany configuration and size. A probleme a surements of a high-density glow is charge plasma was carried out, and distributions of charged particle densities were obtained. The influence of high-density plasma on the temperature distribution field during ion nitriding of the "cogwheel" part was investigated. The influence of high-density plasma during ion nitriding on the depth of the hardened layer for a sample of 38KhMYuA steel is studied.

Известно [1], что проведение процесса ионного азотирования в плазме тлеющего разряда повышенной плотности при проявлении эффекта полого катода (ЭПК) позволяет проводить интенсификацию процесса диффузионного насыщения азота вглубь материала. Проведение компьютерного моделирования плазмы тлеющего разряда повышенной плотности, тепловых и диффузионных процессов при ионном азотировании является актуальной задачей, поскольку в настоящее время расчет технологических режимов ионного азотирования весьма затруднен ввиду отсутствия полного описания в научной литературе физических процессов, протекающих в разряде с полым катодом, а также из-за неравномерного распределения температуры в детали в течение всего процесса упрочнения [2]. В данной работе предложена компьютерная модель, позволяющая прогнозировать распределение температурного поля и определять концентрацию насыщающего элемента по глубине диффузионного слоя при ионном азотировании в плазме тлеющего разряда повышенной плотности на примере детали зубчатое колесо из стали 38ХМЮА. Ионное азотирование проводили при  $T=550^{\circ}\text{C}$ ,  $P=60$  Па,  $U=500$  В,  $t=8$  ч. Результаты моделирования плазмы тлеющего разряда повышенной плотности позволили получить распределения плотностей заряженных частиц межкатодном пространстве, которые показали хорошую сходимость с результатами зондовых измерений. Установлено, что ЭПК позволяет повысить концентрацию ионов насыщающего элемента вблизи поверхности детали в 2-2,5 раза по сравнению с тлеющим разрядом без ЭПК.

### ЛИТЕРАТУРА

1. В. В. Будилов, Р. Д. Агзамов, К. Н. Рамазанов. *МиТОМ*. 7 (2007.) С. 25–29.
2. В.В. Будилов, К.Н. Рамазанов, Ю.Г. Хусаинов, И.В. Золотов *Вестник УГАТУ* 2. (2015.) 3-8.